

# **Analisis Aerodinamika Pada Body Car Dengan Menggunakan Software Berbasis Computational Fluid Dynamics (CFD)**

**Muh. Yamin<sup>\*)</sup>, Darussalam<sup>\*\*)</sup>**

**E-mail : [Mohay@staff.gunadarma.ac.id](mailto:Mohay@staff.gunadarma.ac.id)**

<sup>\*)</sup> Dosen Teknik Mesin Universitas Gunadarma

<sup>\*\*)</sup> Alumni Teknik Mesin Universitas Gunadarma

Ahmed Body car adalah suatu jenis mobil yang umum digunakan dalam percobaan simulasi dengan 3 dimensi dan bentuk badan mobil memanjang dan body belakang mobil berbentuk cembung dengan sudut  $30^\circ$ . Study kasus yang dibahas adalah menganalisa variabel kecepatan dan tekanan aliran fluida udara pada ahmed body car dan mengetahui nilai koefisien tahanan (drag). Analisa ini menggunakan program cosmosflowwork berbasis CFD dan dalam simulasi menggunakan k -  $\epsilon$  STD. Tujuan dari analisa ini adalah untuk mengetahui nilai tekanan dan hasil grafik dari kecepatan yang diberikan pada masing – masing body car. Sehingga sistimatis pada berbagai kecepatan untuk menghasilkan koefisien tahanan (CD). Dari hasil penelitian ini menunjukkan koefisien drag (CD) atau koefisien tahanan dan menentukan posisi tekanan yang tinggi.

Kata kunci : Ahmed, Body Car, Kecepatan, Tekanan, CFD

## **I. Pendahuluan**

Ahmed body car adalah suatu jenis mobil yang umum digunakan dalam percobaan simulasi dengan 3 dimensi dan bentuk badan mobil memanjang dan body belakang mobil berbentuk cembung dengan sudut  $30^\circ$ .

Dalam lingkungan persaingan global yang semakin ketat saat ini, dibutuhkan kecepatan dan ketepatan dalam pengujian koefisien tahanan tersebut. Seperti kita ketahui bahwa

pengujian koefisien tahanan angin suatu kendaraan dapat dilakukan di dalam terowongan angin baik dalam ukuran kendaraan yang sebenarnya maupun dalam ukuran skala. Akan tetapi cara-cara pengujian koefisien tahanan dalam terowongan angin, baik ukuran sebenarnya maupun ukuran skala tersebut, membutuhkan waktu dan biaya yang tidak sedikit. Hal inilah yang menjadi salah satu pemicu kenapa desainer maupun industri mulai memanfaatkan komputasi dan simulasi numerik

Computational Fluid Dynamics (CFD) sebagai solusi terhadap permasalahan tersebut dengan pertimbangan kecepatan dalam memperoleh data koefisien tahanan dan rendahnya biaya yang harus dikeluarkan.

Tujuan Penulisan Tugas Akhir ini adalah menganalisis *ahmed body car* dengan perangkat lunak *Cosmosflow* pada (CFD), sehingga dapat dilihat aliran fluidanya dan distribusi tekanannya. Tujuan dari simulasi ini adalah melihat pengaruh kecepatan dan tekanan pada *ahmed body car*.

## **II. Landasan Teori**

### **2.1 Definisi Fluida**

Dalam keseharian pada temperatur normal bentuk dasar dari suatu bahan umumnya terbagi menjadi tiga sifat, yaitu; zat padat, zat cair dan zat gas, walaupun ada pula yang mempunyai sifat-sifat ganda. Sebuah zat padat umumnya mempunyai bentuk tertentu dan bila dilihat dari struktur molekulnya, zat padat memiliki jarak antar-molekul yang lebih rapat serta gaya kohesi antar-molekul yang lebih besar dibandingkan zat lainnya sehingga zat padat tidak mudah berubah bentuk. Sedangkan zat cair dan zat gas (yang merupakan suatu jenis fluida) umumnya mempunyai bentuk yang ditetapkan oleh wadahnya masing-masing (di mana wadah tersebut biasanya terbuat dari zat padat) dan bila dilihat dari struktur molekulnya, fluida memiliki jarak antar-molekul yang lebih besar serta gaya kohesi antar-

molekul yang lebih rapat dibandingkan zat padat sehingga fluida mudah berubah bentuk tergantung dari wadah atau tempatnya.<sup>[1]</sup>

### **2.2 Beberapa Istilah dalam Mekanika Fluida**

Istilah dalam mekanika fluida dibawah ini cenderung untuk zat cair dan dalam keadaan bergerak yang sesuai dengan fluida yang akan digunakan dalam penelitian.<sup>[2]</sup>

### **2.3 Klasifikasi Aliran Fluida**

Banyak kriteria yang dapat digunakan untuk mengklasifikasikan fluida, seperti; tipe aliran yang terjadi, karakteristik aliran yang dimiliki, rekayasa aliran yang dilakukan dan lain-lain. Di mana semua itu dipengaruhi oleh parameter-parameter fluida serta aliran itu sendiri (seperti; temperatur, tekanan, viskositas, kecepatan, tekanan dan lain-lain).

### **2.4 Gaya-gaya Pada Benda *Ahmed Body Car* : Gaya Tahanan (*Drag*) Dan Gaya Angkat (*Lift*)**

Pertimbangan *aerodinamika* adalah penting dalam desain kendaraan darat seperti truk dan mobil. Gaya *aerodinamika* yang paling penting pada kendaraan darat adalah tahanan. Perhatikan suatu kendaraan melaju pada kecepatan konstan pada jalan datar. Kendaraan tersebut mengalami dua gaya yang menghambat gerak lajunya:

perlawanan *rolling* (*rolling resistance*) dan tahanan *aerodinamika*. Perlawanan antara tahanan *aerodinamika* dan perlawanan *rolling* disebut beban jalan (*road load*). Mesin kendaraan harus secara terus-menerus menyediakan daya untuk mengatasi beban jalan tersebut. Daya tersebut merupakan hasil perkalian dari beban jalan dengan kecepatan kendaraan.<sup>[6]</sup>

## 2.5 *Computational Fluid Dynamic* (CFD)

*Computational Fluid Dynamics* (CFD) merupakan salah satu cara penggunaan komputer untuk menghasilkan informasi tentang bagaimana aliran fluida. CFD menggabungkan berbagai ilmu dasar teknologi diantaranya matematika, ilmu komputer, teknik dan fisika. Semua ilmu disiplin tersebut digunakan untuk pemodelan atau simulasi aliran fluida.

Prinsip CFD adalah metode penghitungan yang mengkhususkan pada fluida, di mana sebuah kontrol dimensi, luas serta volume dengan memanfaatkan komputasi komputer maka dapat dilakukan perhitungan pada tiap-tiap elemennya. Hal yang paling mendasar mengapa konsep CFD banyak sekali digunakan dalam dunia industri adalah dengan CFD dapat dilakukan analisa terhadap suatu sistem dengan mengurangi biaya eksperimen dan tentunya waktu yang panjang dalam melakukan eksperimen tersebut atau dalam proses *design engineering* tahap yang harus dilakukan

menjadi lebih pendek. Hal lain yang mendasari pemakaian konsep CFD adalah pemahaman lebih dalam mengenai karakteristik aliran fluida dengan melihat hasil berupa grafik, vektor, kontur bahkan animasi.

## III DATA DAN ANALISIS AERODINAMIKA PADA AHMED BODY CAR DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE BERBASIS CFD

### 3.1 Data Spesifikasi *Ahmed Body Car*

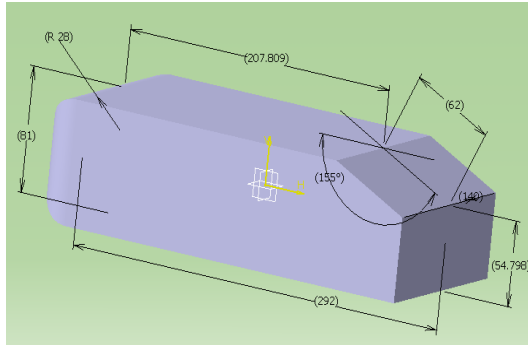
Panjang	: 292,00 mm
Tinggi	: 81,00 mm
Lebar	: 140,00 mm
Sudut kemiringan kaca	: 155°
Diameter body depan	: 28
Jarak Terendah ke Tanah	: 0,0145 m
Panjang kaca	: 62,00 mm
Temperatur	: 293,2 k

#### 3.1.1 *Ahmed Body Car*

*Ahmed body car* adalah suatu jenis mobil yang umum digunakan dalam percobaan simulasi dengan 3 dimensi dan bentuk badan mobil memanjang dan body belakang mobil berbentuk cembung.

*Ahmed body car* yang pertama untuk melaksanakan 3 dimensi dalam menganalisa arus *eksternal*, analisa ini yang bertujuan dalam pengurangan tahanan angin (*air drag*) dengan *body* belakang mobil yang berbentuk cembung yang bertujuan dalam pengurangan koefisien tahanan (*drag coefisien*) adalah

salah satu cara yang paling efisien untuk meningkatkan efisiensi penggunaan bahan bakar.



**Gambar 3.1** *Ahmed Body Car*

### 3.2 Pembuatan *Ahmed Body Car* Dengan Perangkat Lunak *Solidwork*

Penggambaran komponen-komponen *ahmed body car* pada *solidwork* lebih mudah dibandingkan menggunakan perangkat lunak lain yang sejenis. Selain tampilan dari *solidwork* yang sangat mudah dipahami. Perangkat lunak ini juga memiliki beberapa fasilitas pendukung. Oleh karena itu, penggambaran komponen tersebut dilakukan dengan perangkat lunak *solidwork*.

Selain itu, perangkat lunak ini juga disertai dengan fasilitas pendukung untuk menganalisa dan mensimulasikan gerakan. *Cosmoswork* digunakan untuk menganalisa kecepatan, tekanan, tegangan, frekuensi, tekukan, suhu dan sebagainya. *Cosmosmotion* digunakan untuk membuat gerakan dari benda, membuat simulasi serta menganimasikannya. Selain itu,

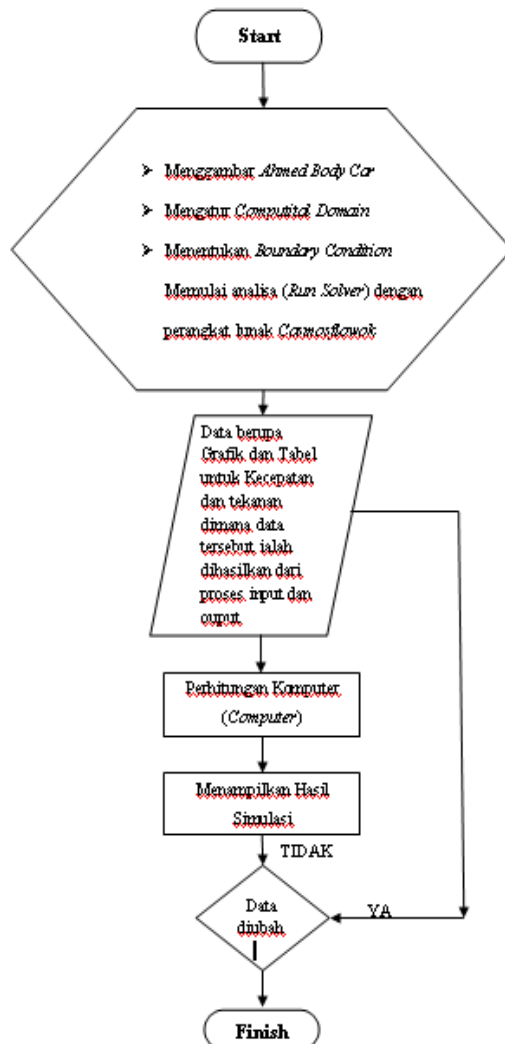
*Cosmosmotion* juga dapat menganalisa beban untuk kasus analisa struktur. Sedangkan *Cosmosflowork* digunakan untuk menganalisa aliran fluida baik dalam maupun luar, tekanan, kecepatan dan sebagainya.

### 3.3 Langkah-langkah Simulasi

Untuk memudahkan proses simulasi dalam subbab ini akan dijelaskan secara bertahap proses simulasi yang dimulai dari pembentukan geometri. Secara keseluruhan proses tersebut terdiri dari enam langkah yaitu:

1. Membuat model *Ahmed Body Car* dan menentukan *Computital Domain* serta *Boundary Condition*
2. Menjalankan *Run Solver*
3. Menampilkan Grafik
4. Proses perhitungan komputer (komputasi)
5. Menampilkan hasil simulasi

### 3.4 Diagram Alir Proses Simulasi



Gambar 3.2 Diagram Alir Proses Simulasi

### 3.5 Pengolahan Data dengan Computational Fluid Dynamics (CFD)

Untuk memudahkan proses data dengan CFD, dalam subbab ini akan dijelaskan secara bertahap proses kerjanya yang dimulai dari pembentukan geometri sampai proses simulasi.

Untuk membuat model *ahmed body car* digunakan salah-satu program

CAD/CAE yaitu *Solidwork*. Tahap-tahap pembuatannya adalah sebagai berikut:

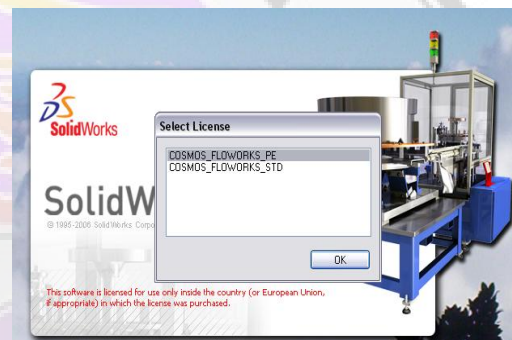
#### ➤ Memulai Solidwork

##### • Membuka program Solidwork

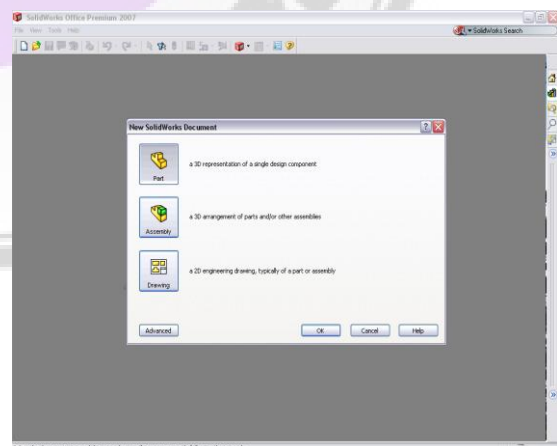
Klik *start*, klik *all program*, pilih *Cosmosflowwork*, klik *Cosmosflowwork SPO 2007*.

##### • Memulai gambar

Jalankan *Solidwork*, pilih *license Cosmosflowwork PE* lalu OK. Lalu pilih *New Part* untuk membuat komponen baru dan pilih OK. Lalu pilih *New Part* untuk membuat komponen baru dan pilih OK.



Gambar 3.3 Tampilan License Cosmosflowwork PE

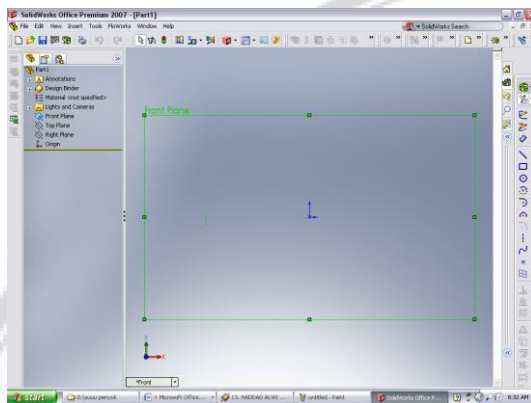


Gambar 3.4 Tampilan New Part



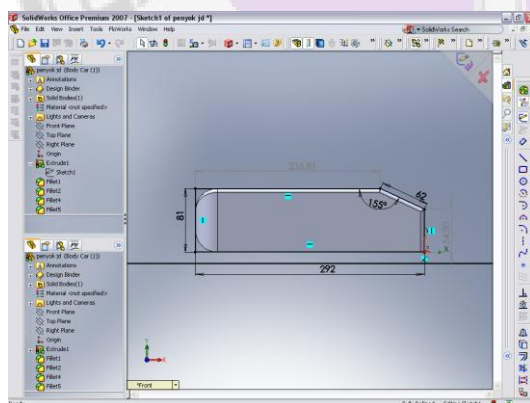
- Memulai Perintah Sketch

Pilih *front plane*, lalu pilih perintah *sketch > line* dan pilih permukaan tersebut, lalu pilih *point* yang baru saja di buat lalu masukkan ukuran panjang yang dibutuhkan setelah itu berilah perintah *extruded*.



Gambar 3.5 Tampilan *Front Plane*

Dan model yang akan disimulasikan pada skripsi ini adalah seperti gambar dibawah ini:

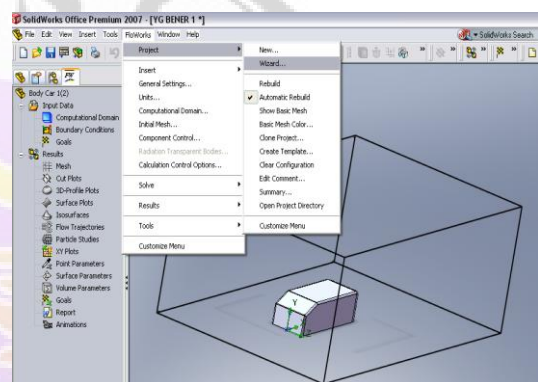


Gambar 3.6 Model 3D *Ahmed Body Car* Menggunakan *Solidwork*

### 3.6 Menjalankan Perhitungan *Run Solver*

#### 3.6.1 Pemilihan Perintah *Flowworks*.

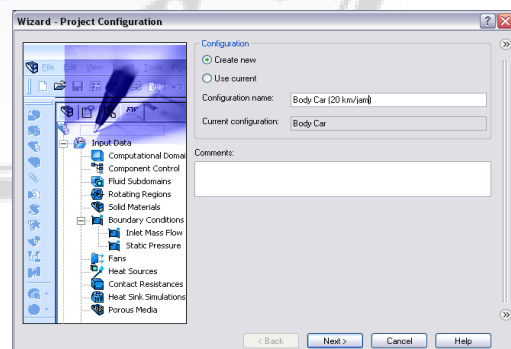
Analisa pada model *ahmed body car* memerlukan waktu yang relatif singkat. Langkah-langkah dalam penganalisaan *ahmed body car* adalah sebagai berikut, pilih perintah *flowworks > project wizard*.



Gambar 3.7 Tampilan *Flowworks > Wizard*

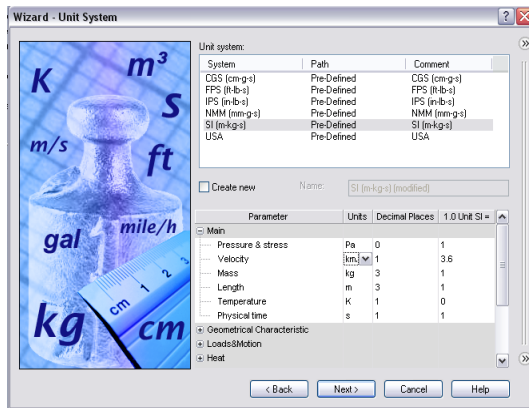
Setelah itu ikuti langkah-langkah berikut ini:

1. Buat langkah baru untuk konfigurasi *name* lalu *next*.



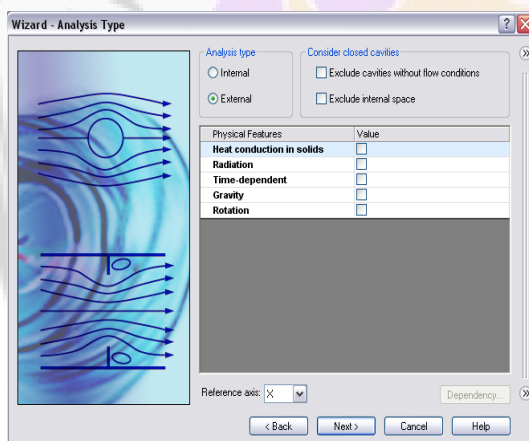
Gambar 3.8 Tampilan Konfigurasi *Name*

- Pilih unit sistem SI ( *standart internasional* ) lalu *next*.



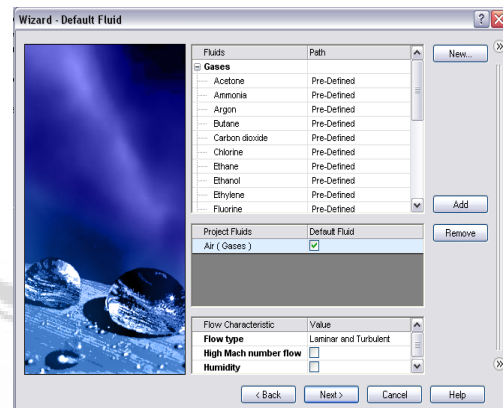
Gambar 3.9 Tampilan unit sistem SI

- Pada analisis tipe pilih *external*, pilih *reference axis X* lalu *next*.



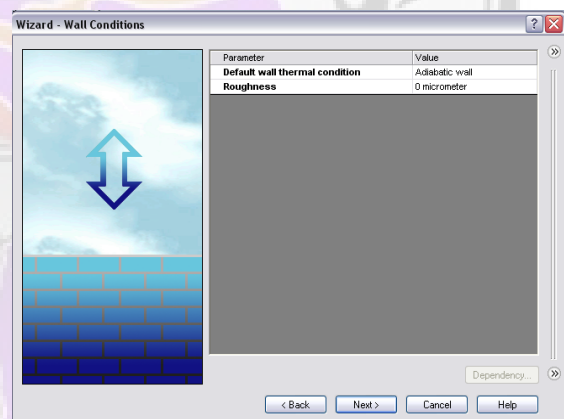
Gambar 3.10 Tampilan analisis tipe

- Pada *default fluid*, pilih *add gasess* untuk air lalu *next*.



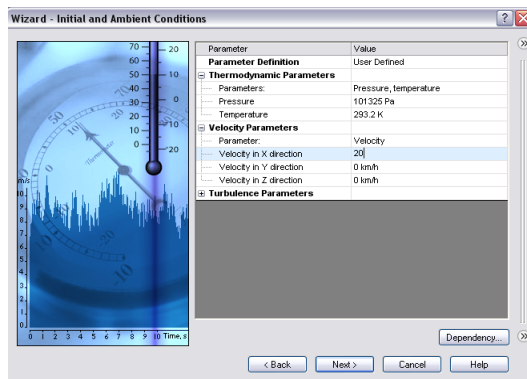
Gambar 3.11 Tampilan default fluid

- Pada *wall condition*, karena permukaan *ahmed body car* tidak memiliki kekasaran maka lewati dengan *next*.



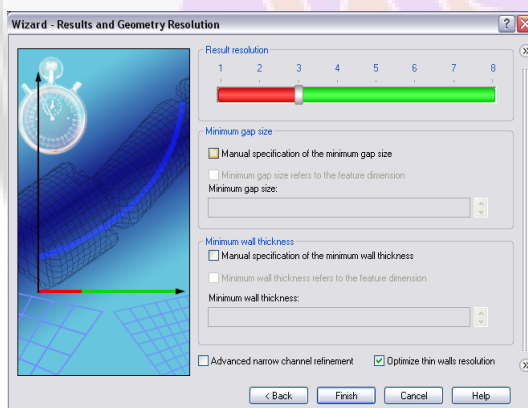
Gambar 3.12 Tampilan wall condition

- Pada *default fluid*, pilih *add gasess* untuk air lalu *next*.
- Pada *initial condition* ubah *velocity* in *X direction* menjadi 100 km/h lalu *next*.



Gambar 3.13 Tampilan *initial condition*

7. Pada *result* dan geometri *resolution*, semakin tinggi keakuratan yang dipilih maka semakin lama waktu yang dibutuhkan. Oleh karena itu, penganalisaan yang dilakukan cukup menggunakan tingkat .



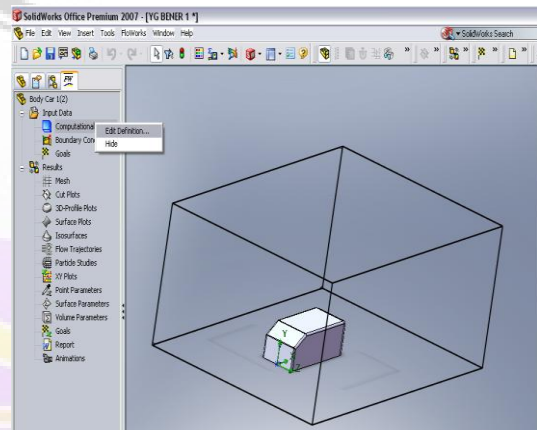
Gambar 3.14 Tampilan *result* dan geometri *resolution*

### 3.6.2 Pemilihan Perintah *Cosmos flowork*

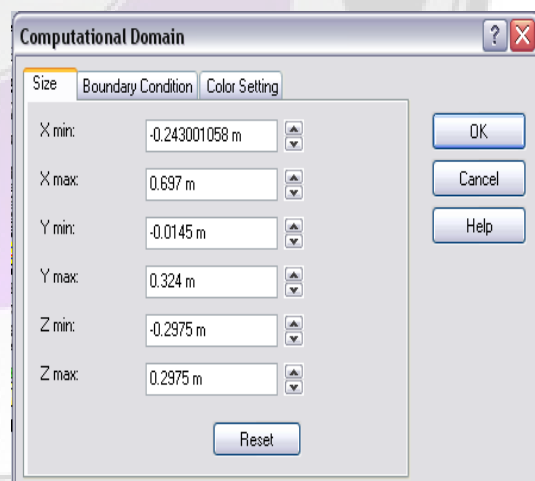
Setelah muncul *cosmosfloworks* analisis *tree*, selanjutnya adalah memasukan nilai- nilai yang diperlukan untuk penganalisaan. Nilai –nilai yang dimasukan adalah sebagai berikut :

1. Kondisi batas (*Computational Domain*).

Agar pemilihan permukaan mudah dilakukan klik kanan pada benda lalu *hide*, setelah itu tentukan *Computational Domain*.

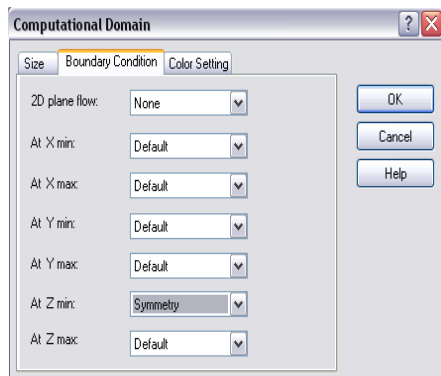


Gambar 3.15 Tampilan perintah *Computital Domain*



Gambar 3.16 Tampilan *Computital Domain Size*

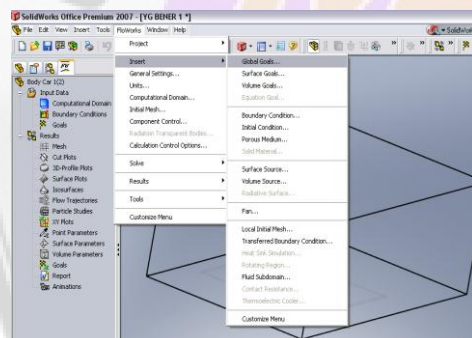




Gambar 3.17 Tampilan *Computital Domain > Boundary Coundition*

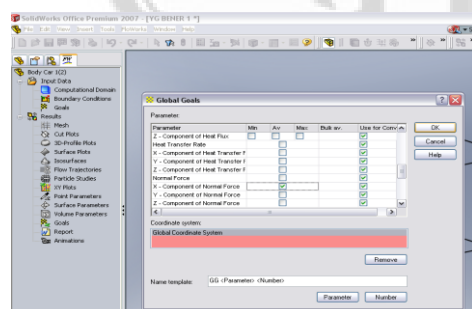
Pada *boundary coundition* klik At Z min lalu pilih *Symetry* lalu tekan OK.

2. Kembali ke perintah *Floworks* lalu klik *Insert*, klik *Global Goal*



Gambar 3.18 Tampilan Perintah *Flowork > Insert > Global Goal*

Perintah untuk menentukan *Global Goal*, pilih *Force* lalu tekan OK.



Gambar 3.19 Tampilan *Global Goal*, pilih *Force*

3. Hasil akhir ( *Goals*).

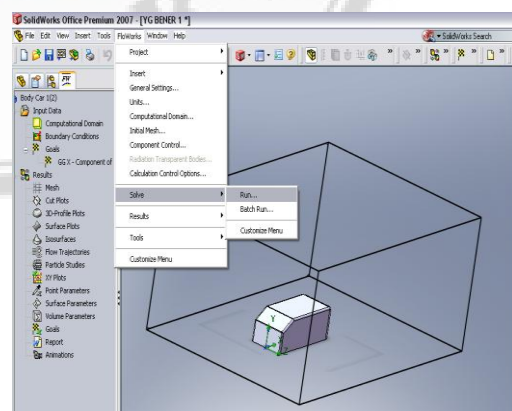
*Goals* (hasil akhir yang dicari ) dibagi menjadi beberapa yakni *global goals* (hasil keseluruhan), *surface goals* (hasil pada suatu permukaan ) *Volume goals* ( hasil pada suatu volume benda ). Untuk *volume goals* hasil yang dicapai hanya difokuskan pada rambatan suhu pada suatu benda pada *volume goals* tidak disertakan pada *goals* perhitungan.

Pada *goals* terdapat pilihan *bulk average*. *Bulk average* adalah hasil yang disertai berat jenis dalam perhitungannya. Oleh karena itu *bulk average* akan disertakan pada hasil akhir dari analisa ini. *Global goals* yang dipilih pada analisa ini ialah *pressure* dan *velocity*.

4. Pengaturan perhitungan ( *calculation control option* ).

Pilih menu *floworks calculation control option*. Perhitungan bertujuan agar perhitungan agar sesuai dengan keperluan analisa.

5. Menjalankan *run solver*



Gambar 3.20 Tampilan Perintah *Solve > Run*

Setelah pengaturan perhitungan, berikutnya ialah *run solver*. Pilih menu *flowworks > solve > run*. Pada tampilan run pilih *create mesh, new calculation, current session* dan *load result*.

### 3.6.3 Hasil Finish *Run Solver*

Setelah perhitungan selesai ( *solver as finished* ), tutup tampilan *solver*. Hasil ( *result* ) dari perhitungan sebelumnya dapat diketahui dengan mengklik kanan pada masing-masing cabang *result*.

1. Bentuk aliran ( *flow trajectories* ).

Pada cabang ini, hasil yang dapat dilihat ialah berupa garis yang berwarna dan membentuk aliran yang sedang terjadi. Untuk menampilkannya klik kanan lalu *insert* selanjutnya atur parameter.

2. Nilai pada sebuah garis atau kurva yang memanjang ( *XY plot* ).

Pada perintah ini berfungsi untuk menampilkan data dari fluida yang sedang terjadi pada sebuah garis. Data pada fluida tersebut akan diubah kedalam bentuk grafik XY. Garis yang digunakan sebelumnya dibuat dahulu dengan bantuan titik ( *point* ) dan garis ( *line* ) pada perintah *sketch*.

Setelah garis tersebut dibuat selanjutnya klik kanan pada *XY plot* lalu *insert*. pilih garis dan koordinat sistem 1. Lalu pilih data *pressure* dan *velocity* saja agar dapat ditampilkan datanya saja.

3. Nilai pada suatu bidang 2 dimensi ( *cut plot* )

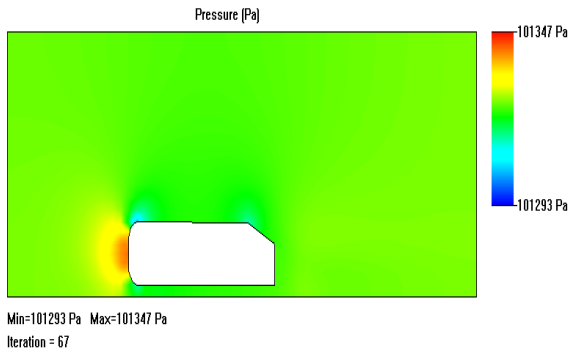
Perintah ini berfungsi menampilkan data berupa vektor ( anak panah ), garis-garis batas beserta nilai ( *isolines* ) warna warna batas ( *contours* ). Data tersebut ditampilkan secara visual ( 2 dimensi ).

Untuk menampilkannya dibutuhkan sebuah *plane* tambahan, dimana *plane* tersebut akan menjadi bidang 2 dimensinya.

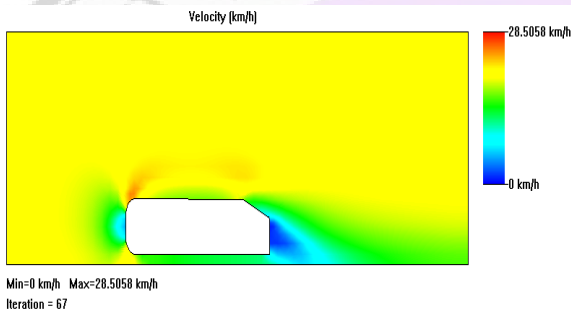
### 3.7 Hasil Simulasi *Run Solver*

*Run Solver* adalah proses dimana geometri secara keseluruhan dibagi-bagi dalam elemen-elemen kecil. Elemen-elemen kecil ini nantinya berperan sebagai kontrol *surface* atau volume dalam proses perhitungan yang kemudian tiap-tiap elemen ini akan menjadi inputan untuk elemen disebelahnya. Hal ini akan terjadi berulang-ulang hingga *domain* terpenuhi. Dalam *run solver* elemen-elemen yang akan dipilih disesuaikan dengan kebutuhan dan bentuk geometri. Dalam skripsi ini aplikasi *run solver* yang dipakai adalah *Solidwork*. Dibawah ini gambar hasil *run solver* dengan konfigurasi *meshing* kecepatan dan tekanan.

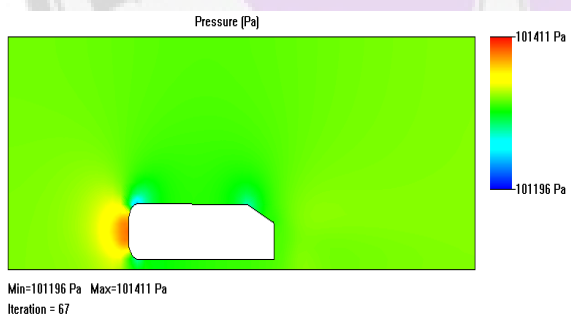
### 3.7.1 Gambar Hasil *Run Solver*



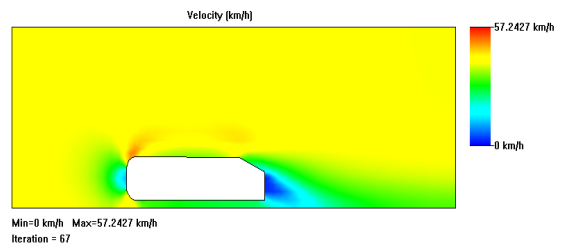
**Gambar 3.21** *Run Solver* Tekanan  
(*Pressure*) dengan kecepatan 20 km/jam



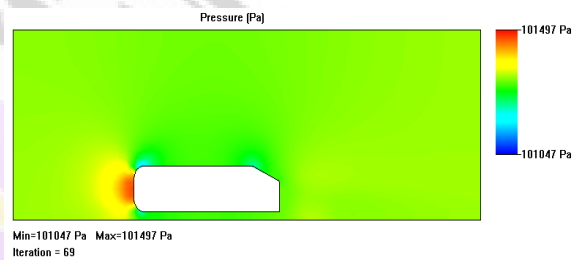
**Gambar 3.22** *Run Solver* Kecepatan  
(*Velocity*) dengan kecepatan 20 km/jam



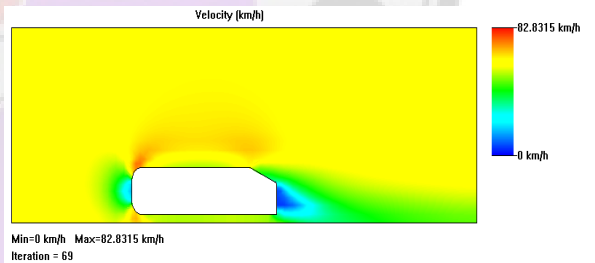
**Gambar 3.23** *Run Solver* Tekanan  
(*Pressure*) dengan kecepatan 40 km/Jam



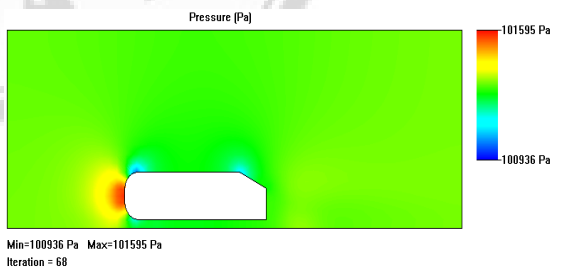
**Gambar 3.24** *Run Solver* Kecepatan  
(*Velocity*) dengan kecepatan 40 km/jam



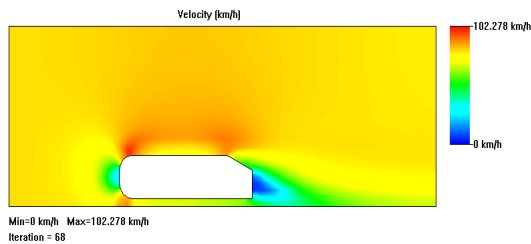
**Gambar 3.25** *Run Solver* Tekanan  
(*Pressure*) dengan kecepatan 60 km/jam



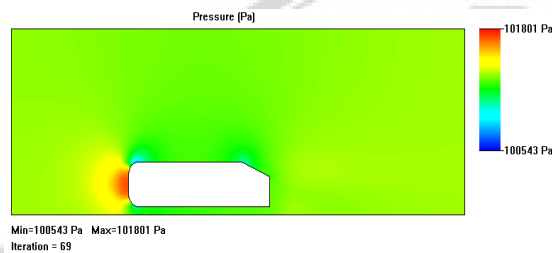
**Gambar 3.26** *Run Solver* Kecepatan  
(*Velocity*) dengan kecepatan 60 km/jam



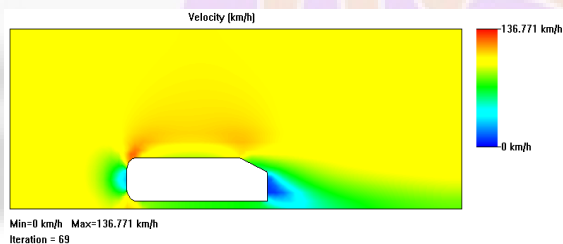
**Gambar 3.27** *Run Solver* Tekanan  
(*Pressure*) dengan kecepatan 80 km/jam



**Gambar 3.28** Run Solver Kecepatan (Velocity) dengan kecepatan 80 km/jam



**Gambar 3.29** Run Solver Tekanan (Pressure) dengan kecepatan 100 km/jam



**Gambar 3.30** Run Solver Kecepatan (Velocity) dengan kecepatan 100 km/jam

Pada gambar 3.20 sampai dengan 3.29 menunjukkan kontur tekanan statik pada kecepatan 20 km/jam sampai 100 km/jam. Tekanan yang lebih tinggi (ditunjukkan dengan daerah warna merah) terjadi pada bagian body belakang mobil, dimana daerah tersebut merupakan *frontal area*.

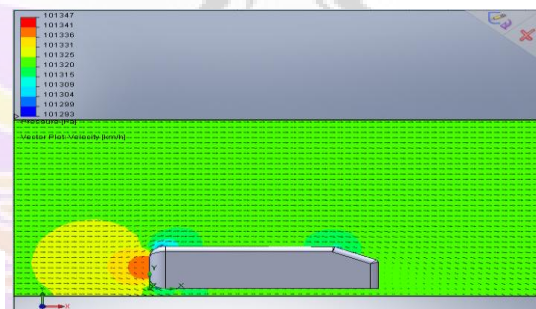
### 3.8 Hasil Pengolahan Data Tekanan

Data yang didapat dari hasil simulasi ini menunjukkan bahwa *Contours*

kecepatan dan tekanan pada *ahmed body car* yang telah di simulasi diantaranya dengan kecepatan 20 km/jam, 40 km/Jam, 60 km/Jam, 80 km/Jam, 100 km/Jam.

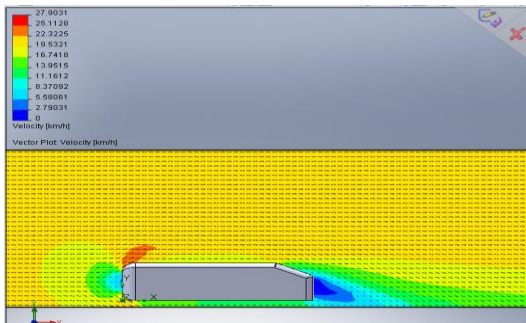
#### 3.8.1 Hasil Simulasi Dengan Kecepatan 20 km/jam

Berikut ini adalah gambar dari hasil proses simulasi tersebut dengan kecepatan 20 km/jam :



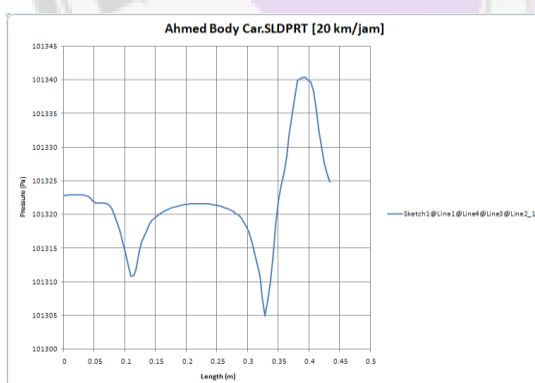
**Gambar 3.31** Tampilan CutPlot Tekanan (Pressure) Ahmed Body Car dengan Kecepatan 20 km/Jam

Pada kecepatan angin 20 km/jam di dapatkan gambar tekanan yang dihasilkan pada analisis, pada bagian ini terdapat tekanan yang tinggi pada bagian body belakang mobil yang bisa di lihat pada gambar 3.30, terlihat warna merah pada bagian belakang body mobil. Pada bagian atas belakang body mobil terjadi tekanan yang rendah yang terlihat dengan warna biru.



**Gambar 3.32** Tampilan *CutPlot* Kecepatan (*Velocity*) *Ahmed Body Car* dengan Kecepatan 20 km/Jam

Pada kecepatan angin 20 km/jam di dapatkan gambar kecepatan yang dihasilkan pada analisis, pada bagian ini terdapat tekanan yang tinggi pada bagian body belakang mobil yang bisa di lihat pada gambar 3.31, terlihat warna merah pada bagian atas belakang body mobil hingga tekanan menurun menjadi warna kuning dan pada bagian depan body mobil mengalami tekanan yang rendah.

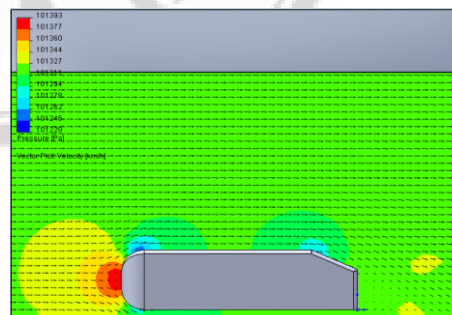


**Gambar 3.33** Grafik Tekanan (*Pressure*) *Ahmed Body Car* dengan Kecepatan 20 km/Jam

Pada kecepatan angin 20 km/jam di dapatkan grafik tekanan yang dihasilkan pada analisis, pada bagian ini terdapat tekanan angin yang terletak pada bagian belakang body mobil dengan tekanan 101320 Pa, tekanan berkurang hingga mencapai 101310 Pa dengan panjang tekanan pada bagian belakang body mobil 0.05 m, terjadi kenaikan tekanan pada bagian belakang body mobil sampai atas body belakang mobil dari tekanan 101310 Pa hingga mencapai 101320 dengan panjang tekanan pada bagian atas mobil 0.1 m hingga mencapai kenaikan tekanan 101320 Pa dikarenakan atas body mobil mempunyai landasan yang datar maka aliran angin mengalami aerodinamis dan tekanan aliran angin tidak terlalu menekan hingga mencapai bagian kaca dan depan body mobil.

### 3.8.2 Hasil Simulasi Dengan Kecepatan 40 km/jam

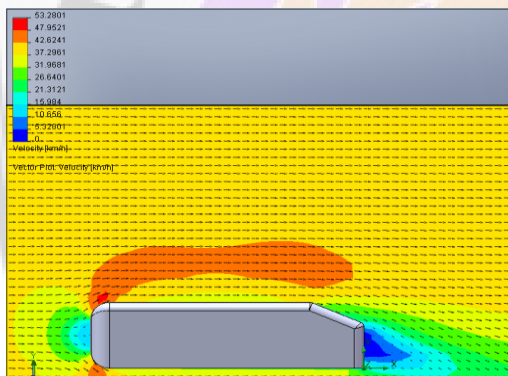
Berikut ini adalah gambar dari hasil proses simulasi tersebut dengan kecepatan 40 km/jam :



**Gambar 3.34** Tampilan *CutPlot* Tekanan (*Pressure*) *Ahmed Body Car* dengan Kecepatan 40 km/Jam



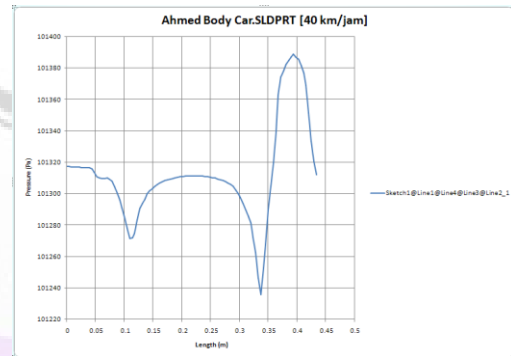
Pada kecepatan angin 40 km/jam di dapatkan gambar tekanan yang dihasilkan pada analisis, pada bagian ini terdapat tekanan yang tinggi pada bagian body belakang mobil yang bisa di lihat pada gambar 3.33, terlihat warna merah pada bagian belakang body mobil, tekanan yang ada di atas body belakang yang terlihat pada gambar 3.33 dengan warna biru terjadi tekanan yang rendah sampai pada bagian atas kaca mobil dan bagian depan body mobil, terdapat warna kuning yang ada pada bagian depan body mobil dikarenakan pecahan aliran dari tekanan belakang body mobil.



**Gambar 3.35** Tampilan *CutPlot* Kecepatan (*Velocity*) *Ahmed Body Car* dengan Kecepatan 40 km/Jam

Pada kecepatan angin 40 km/jam di dapatkan gambar kecepatan yang dihasilkan pada analisis, pada bagian ini terdapat tekanan yang tinggi pada bagian body belakang mobil yang bisa di lihat pada gambar 3.34, terlihat warna merah pada bagian atas belakang body mobil. Pada gambar ini tekanan yang dihasilkan lebih tinggi di bandingkan dengan

kecepatan 20 km/jam. Tekanan mengalami penurunan tekanan pada bagian depan body mobil.

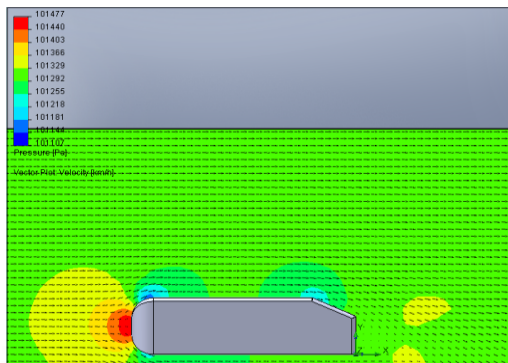


**Gambar 3.36** Grafik Tekanan (*Pressure*) *Ahmed Body Car* dengan Kecepatan 40 km/Jam

Pada kecepatan angin 40 km/jam di dapatkan grafik tekanan yang dihasilkan pada analisis, pada bagian ini terdapat tekanan angin yang terletak pada bagian belakang body mobil dengan tekanan 101300 Pa, tekanan berkurang hingga mencapai 101260 Pa dengan panjang tekanan pada bagian belakang body mobil 0.05 m, terjadi kenaikan tekanan pada bagian belakang body mobil sampai atas body belakang mobil dari tekanan 101260 Pa hingga mencapai 101300 dengan panjang tekanan pada bagian atas mobil hingga mencapai kenaikan tekanan 101320 Pa dikarenakan atas body mobil mempunyai landasan yang datar maka aliran angin mengalami *aerodinamis* dan tekanan aliran angin tidak terlalu menekan hingga mencapai bagian kaca dan depan body mobil.

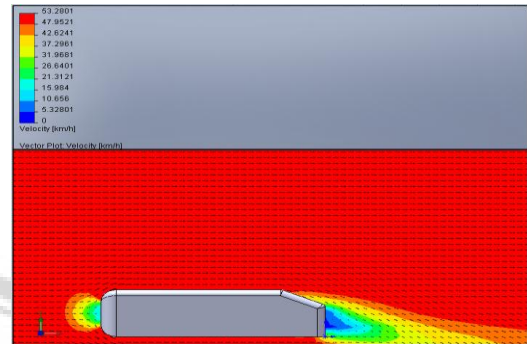
### 3.8.3 Hasil Simulasi Dengan Kecepatan 60 km/jam

Berikut ini adalah gambar dari hasil proses simulasi tersebut dengan kecepatan 60 km/jam:



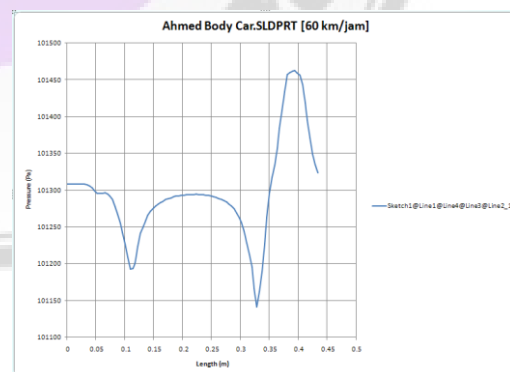
**Gambar 3.37** Tampilan *OutPlot* Tekanan (*Pressure*) *Ahmed Body Car* dengan Kecepatan 60 km/Jam

Pada kecepatan angin 60 km/jam di dapatkan gambar tekanan yang dihasilkan pada analisis, pada bagian ini terdapat tekanan yang tinggi pada bagian body belakang mobil yang bisa di lihat pada gambar 3.36, terlihat warna merah pada bagian belakang body mobil, tekanan yang ada di atas body belakang yang terlihat pada gambar 3.36 dengan warna biru terjadi tekanan yang rendah sampai pada bagian atas kaca mobil dan bagian depan body mobil.



**Gambar 3.38** Tampilan *OutPlot* Kecepatan (*Velocity*) *Ahmed Body Car* dengan Kecepatan 60 km/Jam

Pada kecepatan angin 60 km/jam di dapatkan gambar kecepatan yang dihasilkan pada analisis, pada bagian ini terdapat tekanan yang rendah pada bagian body belakang mobil yang bisa di lihat pada gambar 3.37, terlihat warna merah pada bagian permukaan. Pada gambar ini tekanan yang dihasilkan lebih tinggi di dibandingkan dengan kecepatan 40 km/jam. Tekanan mengalami penurunan tekanan pada bagian depan body mobil.

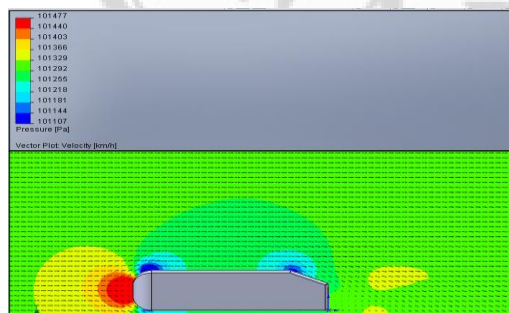


**Gambar 3.39** Grafik Tekanan (*Pressure*) *Ahmed Body Car* dengan Kecepatan 60 km/Jam

Pada kecepatan angin 60 km/jam di dapatkan grafik tekanan yang dihasilkan pada analisis, pada bagian ini terdapat tekanan angin yang terletak pada bagian belakang body mobil dengan tekanan 101300 Pa, tekanan berkurang hingga mencapai 101250 Pa dari panjang 0.05 tekanan makin menurun mencapai 101150 dengan panjang tekanan pada bagian belakang body mobil 0.1 m, terjadi penaikan tekanan pada bagian belakang body mobil sampai atas body belakang mobil dari tekanan 101250 Pa hingga mencapai 101300 dengan panjang tekanan pada bagian atas mobil hingga mencapai penaikan tekanan 101320 Pa dikarenakan atas body mobil mempunyai landasan yang datar maka aliran angin mengalami *aerodinamis* dan tekanan aliran angin tidak terlalu menekan hingga mencapai bagian kaca dan depan body mobil.

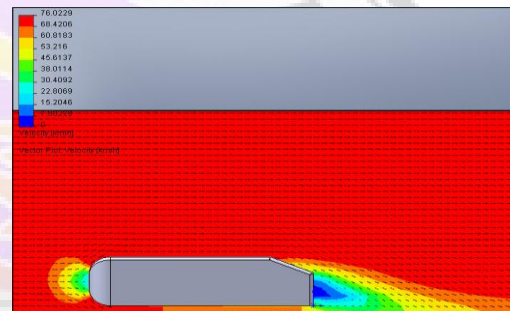
### 3.8.4 Hasil Simulasi Dengan Kecepatan 80 km/jam

Berikut ini adalah gambar dari hasil proses simulasi tersebut dengan kecepatan 80 km/jam:



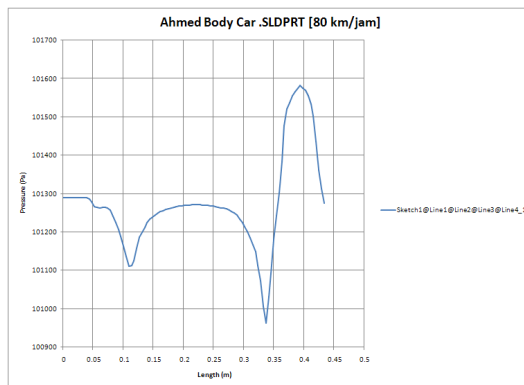
**Gambar 3.40** Tampilan *CutPlot* Tekanan (*Pressure*) *Ahmed Body Car* dengan Kecepatan 80 km/Jam

Pada kecepatan angin 80 km/jam di dapatkan gambar tekanan yang dihasilkan pada analisis, pada bagian ini terdapat tekanan yang tinggi pada bagian body belakang mobil yang bisa di lihat pada gambar 3.39, terlihat warna merah pada bagian belakang body mobil, tekanan yang ada di atas body belakang yang terlihat pada gambar 3.39 dengan warna biru terjadi tekanan yang rendah sampai pada bagian atas kaca mobil dan bagian depan body mobil.



**Gambar 3.41** Tampilan *CutPlot* Kecepatan (*Velocity*) *Ahmed Body Car* dengan Kecepatan 80 km/Jam

Pada kecepatan angin 80 km/jam di dapatkan gambar kecepatan yang dihasilkan pada analisis, pada bagian ini terdapat tekanan yang rendah pada bagian body belakang mobil yang bisa di lihat pada gambar 3.40, terlihat warna merah pada bagian permukaan. Pada gambar ini tekanan yang dihasilkan lebih tinggi sama seperti kecepatan 60 km/jam. Tekanan mengalami penurunan tekanan pada bagian depan body mobil.

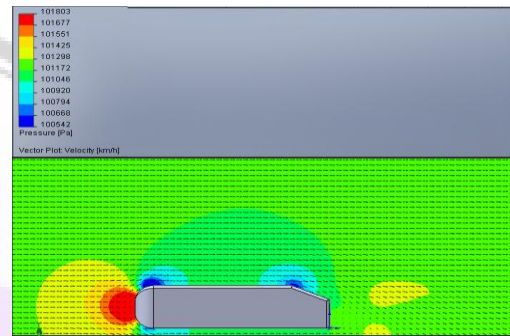


**Gambar 3.42** Grafik Tekanan (*Pressure*) *Ahmed Body Car* dengan Kecepatan 80 km/Jam

Pada kecepatan angin 80 km/jam di dapatkan grafik tekanan yang dihasilkan pada analisis, pada bagian ini terdapat tekanan angin yang lebih rendah dari gambar grafik 3.32 sampai 3.41 yang terletak pada bagian belakang body mobil dengan tekanan 101200 Pa dengan panjang tekanan 0.05 m, tekanan berkurang hingga mencapai 101100 Pa dari panjang 0.1, terjadi kenaikan tekanan pada bagian belakang body mobil sampai atas body belakang mobil dari tekanan 101100 Pa hingga mencapai 101200 dengan panjang tekanan pada bagian atas mobil hingga mencapai penurunan tekanan 100900 Pa dikarenakan atas body mobil mempunyai landasan yang datar maka aliran angin mengalami aerodinamis dan tekanan aliran angin tidak terlalu menekan hingga mencapai bagian kaca dan depan body mobil.

### 3.8.5 Hasil Simulasi Dengan Kecepatan 100 km/jam

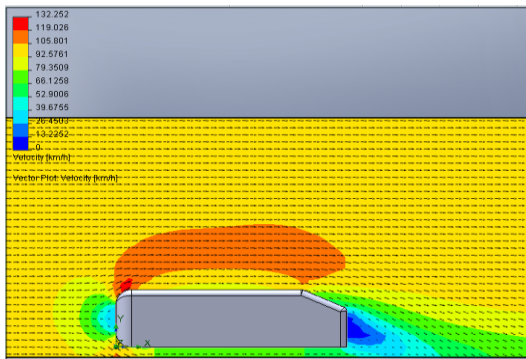
Berikut ini adalah gambar dari hasil proses simulasi tersebut dengan kecepatan 100 km/jam:



**Gambar 3.43** Tampilan *CutPlot* Tekanan (*Pressure*) *Ahmed Body Car* dengan Kecepatan 100 km/Jam

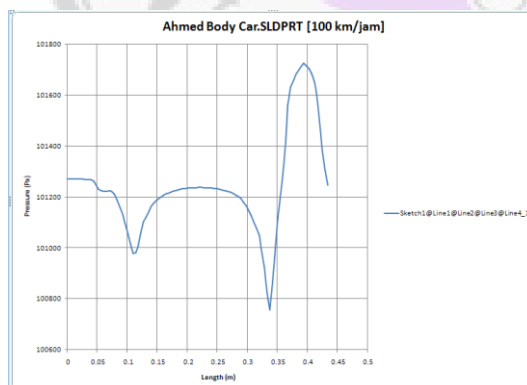
Pada kecepatan angin 100 km/jam di dapatkan gambar tekanan yang dihasilkan pada analisis, pada bagian ini terdapat tekanan yang tinggi pada bagian body belakang mobil yang bisa di lihat pada gambar 3.42, terlihat warna merah pada bagian belakang body mobil, tekanan yang ada di atas body belakang yang terlihat pada gambar 3.42 dengan warna biru terjadi tekanan yang rendah sampai pada bagian atas kaca mobil dan bagian depan body mobil.





**Gambar 3.44** Tampilan *CutPlot* Kecepatan (*Velocity*) *Ahmed Body Car* dengan Kecepatan 100 km/Jam

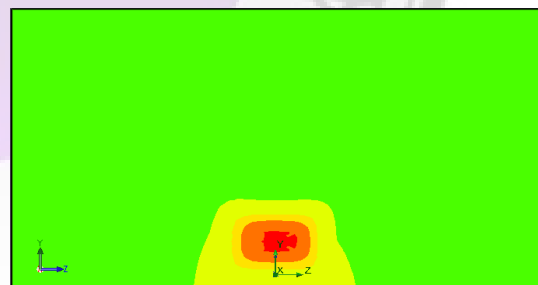
Pada kecepatan angin 100 km/jam di dapatkan gambar kecepatan yang dihasilkan pada analisis, pada bagian ini terdapat tekanan yang rendah pada bagian body belakang mobil yang bisa di lihat pada gambar 3.43, terlihat warna merah pada bagian permukaan atas body belakang mobil. Pada gambar ini tekanan yang dihasilkan lebih tinggi sama seperti kecepatan 80 km/jam dan 60 km/jam. Tekanan mengalami penurunan tekanan pada bagian depan body mobil.



**Gambar 3.45** Grafik Tekanan (*Pressure*) *Ahmed Body Car* dengan Kecepatan 100 km/Jam

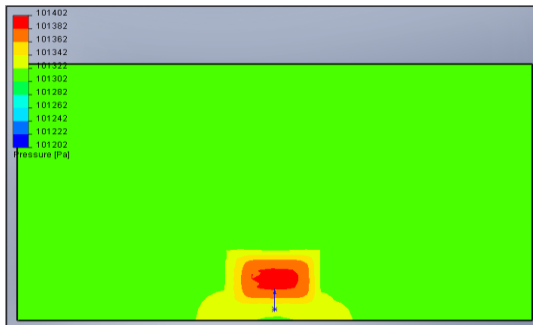
Pada kecepatan angin 100 km/jam di dapatkan grafik tekanan yang dihasilkan pada analisis, pada bagian ini terdapat tekanan angin yang terletak pada bagian belakang body mobil dengan tekanan 101200 Pa dengan panjang tekanan 0.05 m, tekanan berkurang hingga mencapai 100800 Pa dari panjang 0.1 m, terjadi kenaikan tekanan pada bagian belakang body mobil sampai atas body belakang mobil dari tekanan 100800 Pa hingga mencapai 101200 dengan panjang tekanan pada bagian atas mobil hingga mencapai penurunan tekanan 100600 Pa dikarenakan atas body mobil mempunyai landasan yang datar maka aliran angin mengalami *aerodinamis* dan tekanan aliran angin tidak terlalu menekan hingga mencapai bagian kaca dan depan body mobil.

### 3.9 Hasil Simulasi Tampak Depan

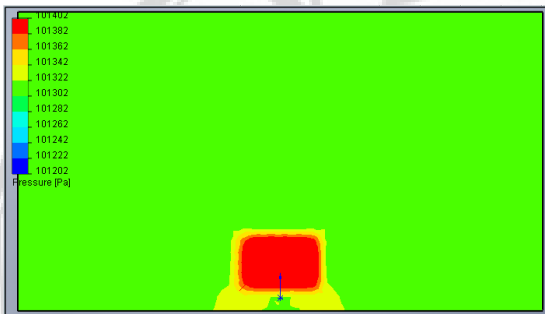


**Gambar 3.46** Tampilan *Contours* Tampak Depan Dengan Kecepatan 20 km/jam

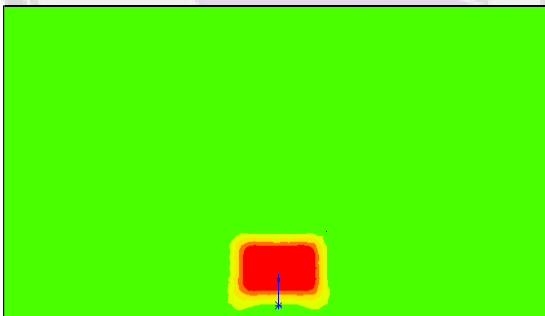




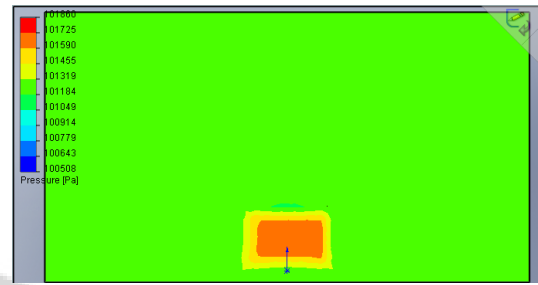
**Gambar 3.47** Tampilan *Contours* Tampak Depan Dengan Kecepatan 40 km/jam



**Gambar 3.48** Tampilan *Contours* Tampak Depan Dengan Kecepatan 60 km/jam



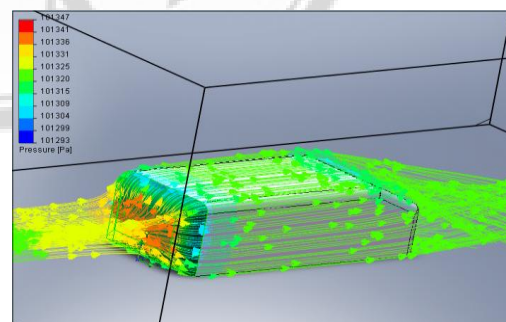
**Gambar 3.49** Tampilan *Contours* Tampak Depan Dengan Kecepatan 80 km/jam



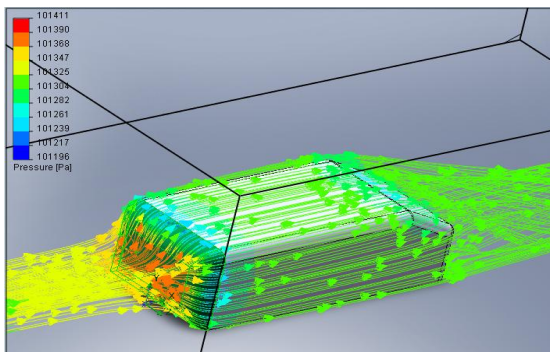
**Gambar 3.50** Tampilan *Contours* Tampak Depan Dengan Kecepatan 100 km/jam

Dari gambar 3.45 sampai gambar 3.49 yang diambil tampilan *contours* tampak depan dengan kecepatan 20 km/jam sampai 100 km/jam terdapat perubahan tekanan pada masing-masing kecepatan. Pada kecepatan 20 km/jam sampai 40 km/jam tekanan tidak tampak jelas, di karenakan pengaruh dari kecepatan tersebut dan dapat dilihat pada gambar 3.45 dan 3.46. Sedangkan pada kecepatan 60 km/jam sampai 100 km/jam terlihat jelas tekanan yang terjadi mungkin dikarenakan kecepatannya lebih tinggi dibanding dengan kecepatan 20 km/jam sampai 60 km/jam.

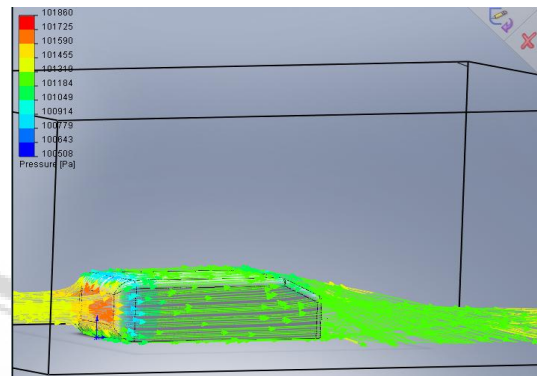
### 3.9.1 Tampilan *Flow Trajectories*



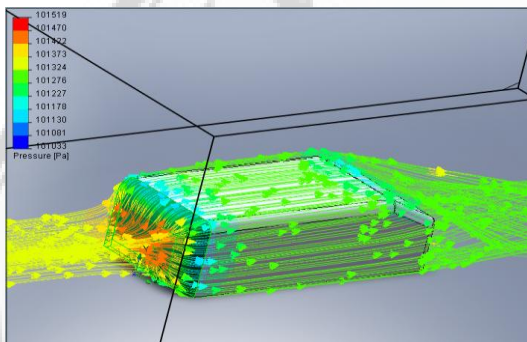
**Gambar 3.51** Tampilan *Flow Trajectories* dengan kecepatan 20 km/jam



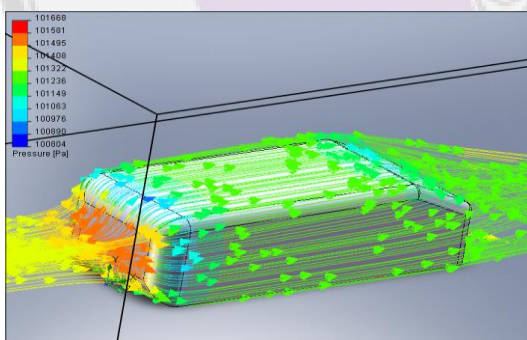
**Gambar 3.52** Tampilan *Flow Trajectories* dengan kecepatan 40 km/jam



**Gambar 3.55** Tampilan *Flow Trajectories* dengan kecepatan 100 km/jam



**Gambar 3.53** Tampilan *Flow Trajectories* dengan kecepatan 60 km/jam



**Gambar 3.54** Tampilan *Flow Trajectories* dengan kecepatan 80 km/jam

Dari tampilan *flow trajectories* dengan kecepatan 20 km/jam sampai 100 km/jam terjadi tekanan aliran pada bagian depan mobil yang terlihat jelas warna merah pada gambar 3.50 sampai 3.54 disebabkan karena permukaannya rata dan terjadi *aerodinamis* pada bagian atas sisi mobil dikarenakan adanya lekukan pada bagian tersebut.

### 3.11 Gaya Permukaan

Model solusi yang digunakan dalam simulasi adalah  $k - \epsilon$  STD.

Dengan memasukkan harga *projected areas (default)* ke dalam *references value* maka diperoleh harga sebagai berikut:

Tabel 3.1 Koefisien Tahanan (CD)

Ahmed Body Car Dengan Kecepatan	Tekanan	Koefisien Tahanan (CD)
20 km/Jam	101320 Pa	0.09
40 km/Jam	101300 Pa	0.27
60 km/Jam	101300 Pa	0.73
80 km/Jam	101200 Pa	1.07
100 km/Jam	101200 Pa	2.09

Dari kecepatan yang sudah ditentukan maka telah didapat nilai koefisien tahanan (CD), dari kecepatan 20 km/jam didapatkan nilai koefisien tahanan 0,09 di karenakan tekanan anginnya rendah. Sedangkan dengan kecepatan 40 km/jam didapatkan nilai koefisien tahanan (CD) 0,27 di karenakan tekanan anginnya lebih tinggi dari kecepatan 20 km/jam. Dengan kecepatan 60 km/jam didapatkan nilai koefisien tahanan (CD) yaitu 0,73 nilainya lebih tinggi dari koefisien tahanan(CD) 0,09, karena tekanan angin lebih tinggi. Dari kecepatan 80 km/jam telah didapatkan nilai koefisien tahanan (CD) 1,07 karena tekanan anginnya lebih tinggi. Kecepatan 100 km/jam nilai koefisien tahananannya lebih tinggi dari nilai koefisien 0,08 sampai 1,33 yaitu dengan

nilai 2,09, menunjukkan kontur tekanan anginnya lebih tinggi.

## IV Penutup

### 4.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan analisa maka dapat diambil kesimpulan :

➤ Berdasarkan analisa yang dilakukan dengan program CFD menunjukkan adanya fluktuasi (perubahan) nilai dari tekanan yang terjadi pada bagian ahmed body car. Salah satu faktornya disebabkan oleh perubahan kecepatan diantaranya sebagai berikut:

1. Kecepatan 20 km/jam didapat nilai tekanan yang tinggi yaitu 101320 Pa sedangkan nilai tekanan terendahnya 101305 Pa.
2. Kecepatan 40 km/jam didapat nilai tekanan yang tinggi yaitu 101300 Pa sedangkan nilai tekanan terendahnya 101220 Pa.
3. Kecepatan 60 km/jam didapat nilai tekanan yang tinggi yaitu 101300 Pa sedangkan nilai tekanan terendahnya 101100 Pa.
4. Kecepatan 80 km/jam didapat nilai tekanan yang tinggi yaitu 101200 Pa sedangkan nilai tekanan terendahnya 100900 Pa.
5. Kecepatan 100 km/jam didapat nilai tekanan yang tinggi yaitu 101200 Pa sedangkan nilai tekanan terendahnya 100600 Pa. Di mana untuk nilai tertinggi dari hasil analisa tersebut terjadi pada

kecepatan 100 km/jam yaitu dengan tekanan 101600 Pa sedangkan nilai tekanan yang terendah adalah 101340 Pa dengan kecepatan 20 km/jam.

- Tekanan tertinggi (ditunjukkan dengan warna merah) terjadi pada bagian depan kabin dan sebagian depan *ahmed body car*, dimana daerah tersebut merupakan frontal area.
- Dalam simulasi *ahmed body car* model solusi yang digunakan adalah  $k - \varepsilon$  STD. Dan dari hasil simulasi ini menunjukkan nilai koefisien tahanan atau koefisien drag (CD) bila kecepatan yang digunakan rendah maka hasil koefisien drag (CD) rendah dan sebaliknya bila kecepatannya tinggi maka hasil koefisiennya tinggi.

#### 4.2 Saran

Untuk menghadapi persoalan yang menyangkut mengenai fluida, khususnya dalam analisa dengan perangkat lunak. Usaha – usaha yang sebaiknya dilakukan adalah:

1. Bila ingin melakukan simulasi lebih baik menggunakan  $k - \varepsilon$  STD.
2. Usaha untuk menurunkan hasil nilai koefisien tahanan (CD) yang lebih rendah karena bila nilai koefisien tinggi akan menghasilkan keborosan dalam bahan bakar.
3. Dalam melakukan analisa atau penelitian sebaiknya menggunakan terowongan angin agar lebih mudah dalam simulasi.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Olson, M. Reuben., Wright, J. Steven., diterjemahkan Alex Tri Kantjono Widodo., *DASAR – DASAR MEKANIKA FLUIDA TEKNIK*, Edisi Kelima, Cetakan 1, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1993.
2. Streeter, V. L., Wylie, Benjamin E., Arko Prijono., *MEKANIKA FLUIDA*, Edisi Kedelapan, Jilid 1, Erlangga, Jakarta, 1999.
3. *Catatan kuliah Metode Elemen Hingga*, Teknik Mesin-Universitas Gunadarma, Depok.
4. Harijono Djojodihardjo., *MEKANIKA FLUIDA*, Erlangga, Jakarta, 1982.
5. Gerhart, Philip M. dan Gross, Richard j., diterjemahkan oleh Sunarno., *Fundamental Of Fluid Mechanics*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1985.
6. Lembaga Kursus CCIT., *Modul Computational Fluid Dynamic*, Depok.
7. Ridwan., *Mekanika Fluida*, Universitas Gunadarma, Depok.